

SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND ELECTRONIC PART USING THE SAME

Patent Number: JP10163798
Publication date: 1998-06-19
Inventor(s): KAMATA TSUNEO
Applicant(s): SEMICONDUCTORS NIINO:KK
Requested Patent: JP10163798
Application Number: JP19960322433 19961203
Priority Number(s):
IPC Classification: H03H9/25
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave(SAW) element and inexpensive electronic parts using the same so that not only sealing work in an inert gas can be unnecessitated but also stable characteristics can be provided by using the process technique of ordinary semiconductor production.
SOLUTION: An insulating film 6 is formed around an exciting part 3 of interdigital electrode 2a and 2b and by overlapping and fixing a lid plate 7 composed of a plane plate on the film 6, a space surrounded with the film 6 and the lid plate 7 is formed on the exciting part 3. Besides, the SAW element is overlapped on a SAW element-attaching substrate so that their exciting parts can face a recessed part, and circuits are connected and overlapped mutually.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-163798

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 3 H 9/25

識別記号

F I

H 0 3 H 9/25

A

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-322433

(22) 出願日

平成 8 年(1996)12月 3 日

(71) 出願人 595014077

株式会社セミコンダクターズニノ

山形県東置賜郡高島町大字根岸304-1

(72) 発明者 鹿俣 常郎

山形県東置賜郡高島町大字根岸304番地 1

株式会社セミコンダクターズニノ内

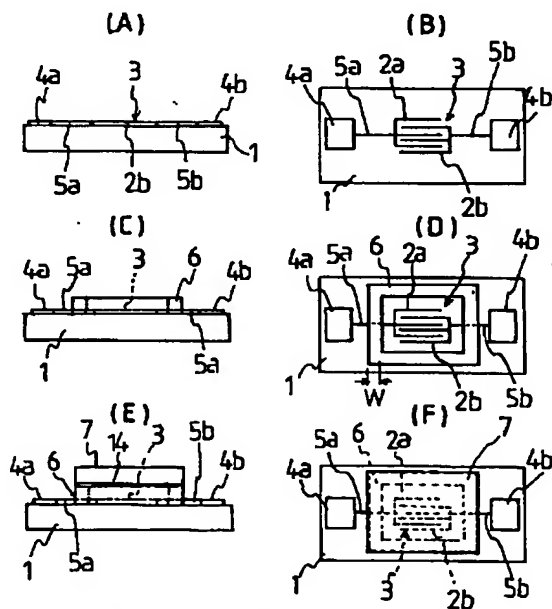
(74) 代理人 弁理士 若田 勝一

(54) 【発明の名称】 弾性表面波素子とこれを用いた電子部品

(57) 【要約】

【課題】 不活性ガス中での封止作業が不要になることは勿論、さらに、通常の半導体製造のプロセス技術を用いて、安定した特性を有する弾性表面波素子とこれを用いた電子部品を安価に提供する。

【解決手段】 交差指電極 2 a、2 b の励振部 3 の周囲に絶縁性の薄膜 6 を形成し、薄膜 6 上に平板でなる蓋板 7 を重ねて固着することにより、励振部 3 上に薄膜 6 と蓋板 7 により囲まれた空間を形成する。また、弾性表面波素子取付け基板に、弾性表面波素子を、その励振部が凹部に対面するようにして重ねて回路どうしを接続して重ねる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電基板上に薄膜導体でなる交差指電極を設けた弾性表面波素子において、前記交差指電極の励振部の周囲に絶縁性の薄膜を形成し、

該薄膜上に平板でなる蓋板を重ねて固着することにより、励振部上に薄膜と蓋板により囲まれた空間を形成し、

弾性表面波素子全体を樹脂により封止したことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項2】請求項1において、前記弾性表面波素子全体を弾性を有する樹脂でブリコートし、さらに該ブリコート樹脂を含めた弾性表面波素子全体を成形樹脂で封止したことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項3】圧電結晶基板上に薄膜導体でなる交差指電極を設けた弾性表面波素子において、一方、弾性表面波素子取付け基板に回路を形成すると共に、該回路を形成した面に凹部を設け、該弾性表面波素子取付け基板に、前記弾性表面波素子を、該素子の励振部が前記凹部に対面するようにして重ねて回路どうしを接続して重ねたことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項4】請求項3において、前記弾性表面波素子取付け基板に設ける回路の一部を弾性表面波素子の外部回路とし、該外部回路を集積回路としたことを特徴とする弾性表面波素子を用いた電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話やペイジャー（ポケットベル）等の小型の移動体通信の機器に用いる小型かつ高性能の弾性表面波素子とこれを用いた電子部品に係り、特に表面実装に適した構造のパッケージを提供するものである。

【0002】

【従来の技術】弾性表面波素子は、圧電基板上に設けた薄膜の電極により励振された表面波を利用しているため、素子表面の状態の変化、すなわち汚れ、電極の酸化、歪み等により特性が大きく変化する。そのため、従来は、図6（A）に一例を示すように、ハーメチックシステム30上に接着剤31を介して弾性表面波素子32を固定し、そのボンディングパッドとハーメチックシステム30に固定した端子34とをボンディングワイヤ35により接続し、ハーメチックシステム30にその弾性表面波素子32全体を覆うように金属ケース36を被せて固定したハーメチックパッケージや、図6（B）に示すように、導体37を形成した板状セラミック38aとリング状セラミック38bを重ねて構成したセラミックケース38にメタライズ層39を介して金属キャップ40を固着し、これらのセラミック38と金属キャップ40によ

り形成された空間内に弾性表面波素子32を封入したセラミックパッケージ等が用いられて来た。このようなパッケージを用いる場合、内封された材料からアウトガスや酸素による電極の酸化を防止するため、不活性ガス中での封止作業が不可欠であった。

【0003】このような不活性ガス中での封止作業が不要となり、かつ小型化が図れるものとして、特開平8-116227号公報には、圧電基板上に形成された交差指電極の励振部を片面開口のキャップにより覆い、リード接続用のパッドを除いて酸化珪素により基板表面およびキャップを覆った構造が開示されている。このような励振部のみを覆う小さなキャップを用いれば、キャップに囲まれる空間が狭いものとなり、含まれる酸素の量が微量となり、不活性ガス中での封止作業は不要となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記公報記載の構造の弾性表面波素子は、圧電基板への取付け面側が開口されたキャップを用いているため、キャップの加工や、キャップの開口側を圧電基板側に向けて実装する方向性のある作業が必要となり、安価なものが得にくいという問題点がある。

【0005】本発明は、上記問題点に鑑み、不活性ガス中での封止作業が不要になることは勿論、さらに、通常の半導体製造のプロセス技術を用いて、安定した特性を有する弾性表面波素子とこれを用いた電子部品を安価に提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明の弾性表面波素子は、圧電基板上に薄膜導体でなる交差指電極を設けた弾性表面波素子において、前記交差指電極の励振部の周囲に絶縁性の薄膜を形成し、該薄膜上に平板でなる蓋板を重ね固着することにより、励振部上に薄膜と蓋板により囲まれた空間を形成し、弾性表面波素子全体を樹脂により封止したことを特徴とする（請求項1）。

【0007】また、請求項1の弾性表面波素子において、前記弾性表面波素子全体を弾性を有する樹脂でブリコートし、さらに該ブリコート樹脂を含めた弾性表面波素子全体を成形樹脂で封止したことを特徴とする（請求項2）。

【0008】また、本発明の弾性表面波素子は、圧電結晶基板上に薄膜導体でなる交差指電極を設けた弾性表面波素子において、弾性表面波素子取付け基板に回路を形成すると共に、該回路を形成した面に凹部を設け、該弾性表面波素子取付け基板に、前記弾性表面波素子を、該素子の励振部が前記凹部に対面するようにして重ねて回路どうしを接続して重ねたことを特徴とする（請求項3）。

【0009】また、請求項3の弾性表面波素子において、前記弾性表面波素子取付け基板に設ける回路の一部

10

20

30

40

50

を弾性表面波素子の外部回路とし、該外部回路を集積回路として電子部品を構成したことを特徴とする（請求項4）。

【0010】

【作用】請求項1においては、励振部上には空間部が形成されるため、励振部の動作を阻害するものがなく、素子本来の特性が安定して得られる。また、励振部が薄く狭い微小空間で覆われるため、不活性ガス雰囲気中で封入作業を行う必要がなく、かつケースが不要となるために小型化できる。また、平板でなる蓋板を重ねるために弾性表面波素子に形成する薄膜は、半導体製造プロセスで用いられるホトリソグラフィにより形成でき、また、薄膜上に固着する蓋板が平板であって、平板を所定の面積に切断することによって形成できるため、キャップを用いる場合に比較して安価に提供できる。

【0011】請求項2においては、弾性表面波素子全体を弾性を有する樹脂でブリコートし、さらに弾性表面波素子全体を成形樹脂で封止したので、成形樹脂の成形時の熱膨張収縮時における歪みを緩和することができる。

【0012】請求項3においては、前記弾性表面波素子を、該素子の励振部が弾性表面波素子取付け基板に設けた凹部に対面するようにして重ねたので、請求項1と同様に励振部が微小空間で覆われ、不活性ガスの封入状態によって作業を行う必要がない。また、弾性表面波素子取付け基板や弾性表面波素子上の導体等のパターンはいずれも半導体製造プロセスで用いられるホトリソグラフィにより形成できる。

【0013】請求項4においては、請求項3の弾性表面波素子において、前記弾性表面波素子取付け基板に設ける回路の一部を弾性表面波素子の外部回路を構成する集積回路としたので、弾性表面波素子とその外部回路を含めた回路全体が小型化される。

【0014】

【発明の実施の形態】図1、図2は本発明による弾性表面波素子の一実施例を製造工程と共に示す図である。本発明の弾性表面波素子は、1枚のウェハから多数の素子を取り出すが、図1の各図はそれぞれウェハ中の1個分について示しており、図1（A）の側面図および

（B）の平面図に示すように、ニオブ酸リチウム等の圧電基板1上に、アルミニウム等の質量の小さな金属薄膜を形成し、さらにホトリソグラフィの技術を用いて対をなす交差指電極2a、2bからなる励振部3と、外部回路に接続するためのボンディングパッド4a、4bと、各ボンディングパッド4a、4bをそれぞれ各交差指電極2a、2bに接続するための引き出し電極5a、5bを形成する。なお、電極やパッドとしては、この他にアース電極用のものが形成され、また、必要に応じて反射器が設けられるが、いずれも、説明を単純化するために図示を省略している。以下の実施例においても同様である。

【0015】次に圧電基板1上に感光性ポリイミド膜を形成し、図1（C）の側面図と、（D）の平面図に示すように、ホトリソグラフィの技術を用いて、励振部3を囲むように、電気絶縁性の薄膜6を形成する。この場合、薄膜6の材質として、ポリイミドからなる樹脂を用いることにより、その溶解に有機溶剤を用いることができ、圧電基板1上の金属薄膜に影響を与えることなく、薄膜6を形成することができる。また、薄膜6の材質としては、ポリイミド以外にも、絶縁性がありかつホトリソグラフィの技術で加工できるものであれば他の材質の樹脂を用いてもよい。

【0016】次に、薄膜6の外周と同じ寸法の平板でなる蓋板7を用意し、図1（E）の側面図と、（F）の平面図に示すように、薄膜6上に該蓋板7を載せて接着、超音波溶接あるいは熱圧着により固定する。この蓋板7としては、ガラス、シリコン、金属等を用いることができる。圧電基板1の薄膜6の外周に、蓋板7を仮止めるための接着代を設けてもよい。

【0017】なお、この薄膜6の高さは1μm以上であることが、蓋板7と励振部3との接触を防止する上で好ましい。また、薄膜6の厚みは、ファインパターンを確保する意味で10μm以下とすることが好ましい。また、薄膜6の幅W（図1（D）参照）は、後工程の成形樹脂の封止圧による変形を避けるため、100μm以上確保することが好ましい。

【0018】次にウェハを個々の弾性表面波素子ごとにチップ状に切断分離し、図2（A）の断面図に示すように、リードフレーム8上に、接着剤9を介してダイボンディングし、チップのボンディングパッド4a、4bと内部リード10とをボンディングワイヤ11により結線する。ここで、接着剤9としては、リードフレーム8との応力を緩和するために、弾性のあるシリコン樹脂等を用いることが好ましい。なお、図1（E）、（F）の蓋板7を薄膜6上に固定する工程は、図2（A）に示すように、弾性表面波素子をリードフレーム8上にダイボンディングした後に行うこともできる。

【0019】次に図2（B）の断面図に示すように、リードフレーム8上の圧電基板1の領域全体、すなわち弾性表面波素子全体を弾性のある樹脂12、例えばシリコン樹脂等でブリコートし、さらに弾性表面波素子全体をエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂でなる成形樹脂13で封止する。ブリコート用の樹脂12は、成形樹脂の成形時の熱膨張収縮時における歪みを緩和し、歪みによる特性の変動を緩和する。

【0020】次に図2（C）の側面図に示すように、表面実装に対応するため、リードフレーム8を個々の弾性表面波素子ごとに切断しリード整形した後、リード端子10Aに半田メッキを施して製品とする。以後の検査等のプロセスは樹脂パッケージのICと同様のプロセスが利用できる。

【0021】このように樹脂12、13により封止した状態において、励振部3は蓋板7と薄膜6とで囲まれた空間に面しているため、励振部3の動作を阻害するものがなく、素子本来の特性が安定して得られる。また、蓋板7と薄膜6とで囲まれた空間の気積が非常に小さく、持ち込まれる酸素やアウトガスが極めて少ないため、特性の変動は少なく、不活性ガス中で封入作業を行う必要はない。また、図1(C)、図2(A)、(B)に示すように、蓋板7の励振部3との対向面にアルミニウムあるいはチタン等のゲッター効果のある金属膜14を形成しておけば、さらに特性の安定化が期待できる。

【0022】図3は本発明による弾性表面波素子の他の実施例を示すもので、本実施例は、図3(A)の側面図と、(B)の底面図に示すように、前記実施例と同様の材質でなる圧電基板1に、アルミニウム等の質量の小さな金属薄膜を形成し、さらにホトリソグラフィの技術を用いて対をなす交差指電極2a、2bからなる励振部3と、外部回路に接続するための引き出し電極5a、5bと、図3(C)の側面図および(D)の平面図に示す弾性表面波素子取付け基板16に該弾性表面波素子本体17を固定するための固定用パターン18を形成する。該固定用パターン18は、好ましくは、弾性表面波素子取付け基板16との対向面の外近傍に形成する。なお、本実施例においては、固定用パターン18をそれぞれ引き出し電極5a、5bと電気的に分離して形成しているが、左右の引き出し電極5a、5bが電気的に分離される構成であれば、それぞれ引き出し電極5a、5bと一体に形成してもよい。

【0023】一方、弾性表面波素子取付け基板16は、例えばシリコン板からなるものであり、該弾性表面波素子取付け基板16に、ホトリソグラフィの技術を用いて、アルミニウム等により、前記弾性表面波素子17の引き出し電極5a、5bに対向し接続する引き出し電極19a、19bと、前記固定用パターン18に対向し接続する固定用パターン20と、ボンディングパッド21a、21bとを形成する。

【0024】次に図3(C)、(D)に示すように、ホトリソグラフィの技術を用いて、弾性表面波素子取付け基板16における引き出し電極19a、19bおよび固定用パターン20に囲まれた領域のシリコン表面の酸化膜およびシリコンを掘り下げて凹部22を形成する。ここで、この凹部22の深さは、励振部3と凹部22の底面との接触を防止する意味で1μm以上あればよく、また10μm以下であることが、凹部22の気積を小さくし、かつ凹部22の形成時間を短縮する意味で好ましい。掘り下げる領域は、後で取付ける弾性表面波素子のパターンに対応し、その励振部3および反射器を設ける場合の反射器上に空間を確保するためのものである。

【0025】次に弾性表面波素子ウェハをチップ状に切断分離し、図3(E)の側面図および(F)の平面図

に示すように、弾性表面波素子の引き出し電極5a、5bおよび固定用パターン18を、それぞれ弾性表面波素子取付け基板16上の引き出し電極19a、19bおよび固定用パターン20に合わせて接着固定する。固定の方法は、アルミ電極どうしを超音波圧接する方法や、金メタライズを施し熱圧着する方法や、導電性接着剤または導電性フィルムによる接着等がある。

【0026】次に弾性表面波素子取付け基板16をチップ状に切断分離し、図4(A)の断面図に示すように弾性表面波素子取付け基板16を接着剤9によりダイボンディングし、さらにボンディングパッド21a、21bとリードフレーム8の内部リード10間をボンディングワイヤ11により結線する。

【0027】次に図4(B)に示すように、リードフレーム8上の圧電基板1の領域全体、すなわち弾性表面波素子全体を弾性のある樹脂12、例えばシリコン樹脂等でブリコートし、さらに弾性表面波素子全体をエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂でなる成形樹脂13で封止する。ブリコート用の樹脂12は、成形樹脂の成形時の熱膨張収縮時における歪みを緩和し、歪みによる特性の変動を緩和する。

【0028】次に図4(C)の側面図に示すように、表面実装に対応するため、リードフレーム8を個々の弾性表面波素子ごとに切断しリード整形した後、リード端子10Aに半田メッキを施して製品とする。以後の検査等のプロセスは樹脂パッケージのICと同様のプロセスが利用できる。

【0029】このように樹脂12、13により封止した状態において、励振部3は凹部22に囲まれた空間に面しているため、励振部3の動作を阻害するものがなく、素子本来の特性が安定して得られる。また、凹部22の気積が非常に小さく、持ち込まれる酸素やアウトガスが極めて少ないため、特性の変動は少なく、不活性ガス中で封入作業を行う必要はない。また、図4(A)、(B)に示すように、凹部22の内面にアルミニウムあるいはチタン等のゲッター効果のある金属膜14を形成しておけば、さらに特性の安定化が期待できる。

【0030】図5は本発明による弾性表面波素子を用いた電子部品の一実施例であり、本実施例の電子部品は、図5(A)の底面図に示す弾性表面波素子17と、図5(B)の平面図に示す弾性表面波素子取付け板16とからなり、該取付け板16には、前記凹部22を設けると共に、取付け基板16上に形成する外部回路の一部を集積回路25とすることにより、弾性表面波素子の周辺回路を素子内に取り込むことができる。23、24は集積回路25のボンディングパッドである。本実施例の具体例として、例えばPLL回路等を集積回路25として形成することにより、基準信号発生素子を作ることができる。このように、弾性表面波素子17と共に信号処理回路を構成する外部回路を1チップ内に収容することによ

り、飛躍的な小型化、高性能化、低価格化が図れる。

【0031】一方、集積回路との機能の複合化が不要な場合には、弾性表面波素子取付け基板16としてシリコン基板の代わりに例えばガラス基板等を使用することが可能である。

【0032】

【発明の効果】請求項1によれば、励振部に空間部が形成されるため、励振部の動作を阻害するものがなく、素子本来の特性が安定して得られる。また、励振部が薄く狭い微小空間で覆われるため、不活性ガス雰囲気中で封入作業を行う必要がなく、かつケースが不要となるために小型化できる。また、平板でなる蓋板を重ねるために弾性表面波素子に形成する薄膜は、半導体製造プロセスで用いられるホトリソグラフィにより形成でき、また、薄膜上に固着する蓋板が平板であって、平板を所定の面積に切断することによって形成でき、かつ蓋板の実装も容易であり、さらに、不活性ガス雰囲気での封入作業が不要になるので、弾性表面波素子の価格低減が達成できる。

【0033】請求項2によれば、弾性表面波素子全体を弾性を有する樹脂でブリコートし、さらに弾性表面波素子全体を成形樹脂で封止したので、成形樹脂の成形時の熱膨張収縮時における歪みを緩和することができ、特性のばらつきが少ない弾性表面波素子が得られる。

【0034】請求項3によれば、前記弾性表面波素子を、該素子の励振部が弾性表面波素子取付け基板に設けた凹部に対面するようにして重ねたので、請求項1と同様に励振部が微小空間で覆われ、特性が安定すると共に、不活性ガスの封入状態によって作業を行う必要がない。また、弾性表面波素子取付け基板や弾性表面波素子上の導体等のパターンはいずれも半導体製造プロセスで用いられるホトリソグラフィにより形成でき、不活性ガス雰囲気中で封入作業を行う必要がないこととあいまって弾性表面波素子の価格低減が達成できる。

【0035】請求項4によれば、請求項3の弾性表面波素子において、前記弾性表面波素子取付け基板に設ける回路の一部を弾性表面波素子の外部回路を構成する集積回路としたので、弾性表面波素子とその外部回路を含めた回路全体の飛躍的な小型化、高性能化、低価格化が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による弾性表面波素子の一実施例を製造段階にそって示す図であり、(A)、(B)はそれぞれ弾性表面波素子基板に電極を形成した状態を示す側面図および平面図、(C)、(D)はそれぞれさらに蓋板固定用の薄膜を該基板に形成した状態を示す側面図および平面図、(E)、(F)はそれぞれさらに薄膜に蓋板を固定した状態を示す側面図および平面図である。

【図2】(A)は図1の実施例において、弾性表面波素子をリードフレームに固定した状態を示す断面図、

(B)は同じく成形樹脂により封止した状態を示す断面図、(C)は本実施例の弾性表面波素子の側面図である。

【図3】本発明による弾性表面波素子の他の実施例を示す図であり、(A)、(B)はそれぞれ弾性表面波素子の側面図および断面図、(C)、(D)はそれぞれ弾性表面波素子取付け基板の側面図および断面図、(E)、(F)はそれぞれ弾性表面波素子を弾性表面波素子取付け基板に重ねた状態を示す側面図および断面図である。

【図4】(A)は図3の実施例において、弾性表面波素子をリードフレームに固定した状態を示す断面図、

(B)は同じく成形樹脂により封止した状態を示す断面図、(C)は本実施例の弾性表面波素子の側面図である。

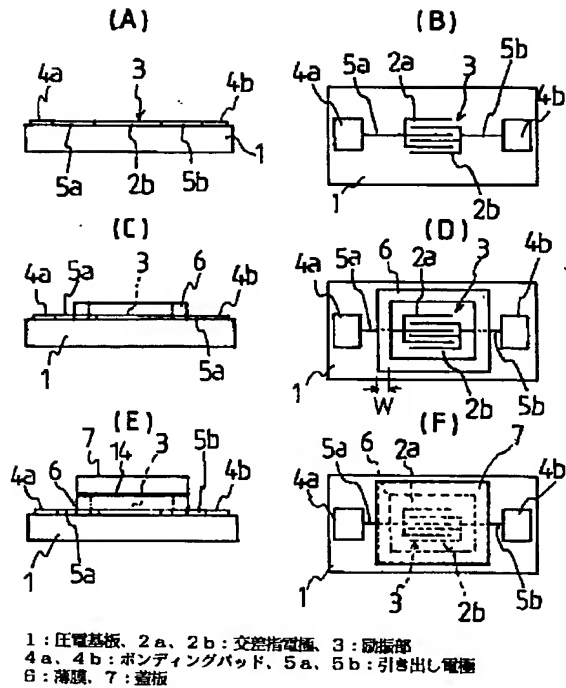
【図5】本発明による弾性表面波素子を用いた電子部品の一実施例を示す図であり、(A)は弾性表面波素子の底面図、(B)は弾性表面波素子取付け板の平面図、(C)は製品を示す断面図である。

【図6】(A)、(B)はそれぞれ従来の弾性表面波素子を示す断面図である。

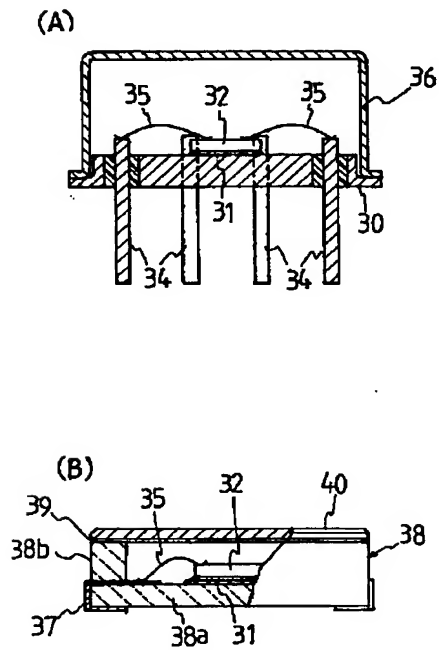
【符号の説明】

1：圧電基板、2a、2b：交差指電極、3：励振部、4a、4b、21a、21b、23、24：ボンディングパッド、5a、5b、19a、19b：引き出し電極、6：薄膜、7：蓋板、8：リードフレーム、9：接着剤、10：内部リード、10A：リード端子、11：ボンディングワイヤ、12：弾性のある樹脂、13：成形樹脂、14：金属膜、16：弾性表面波素子取付け基板、17：弾性表面波素子、18、20：固定用パターン、22：凹部、25：集積回路

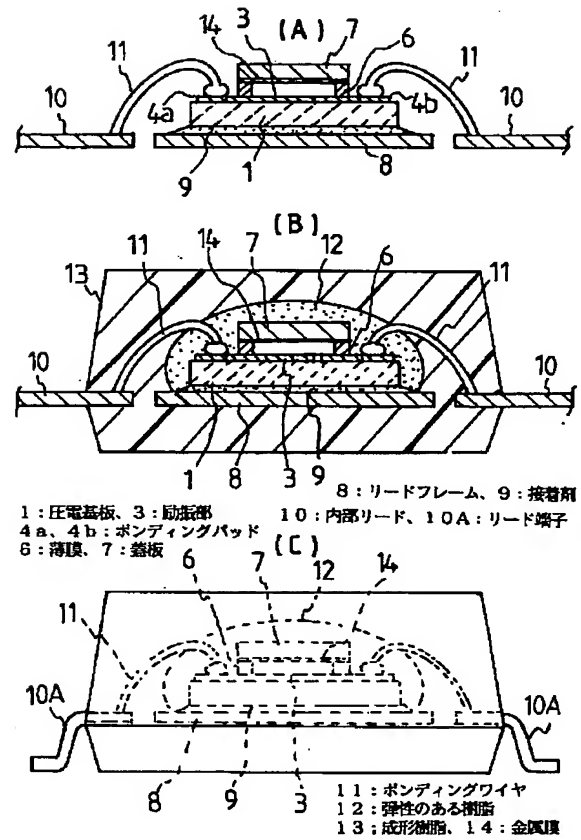
【図1】



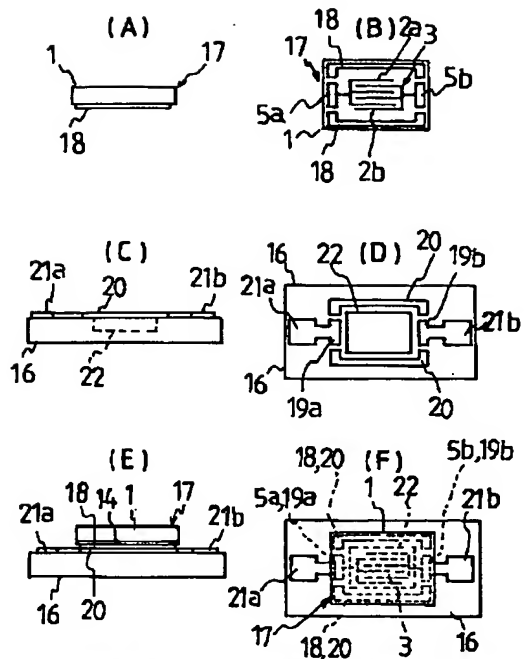
【図6】



【図2】

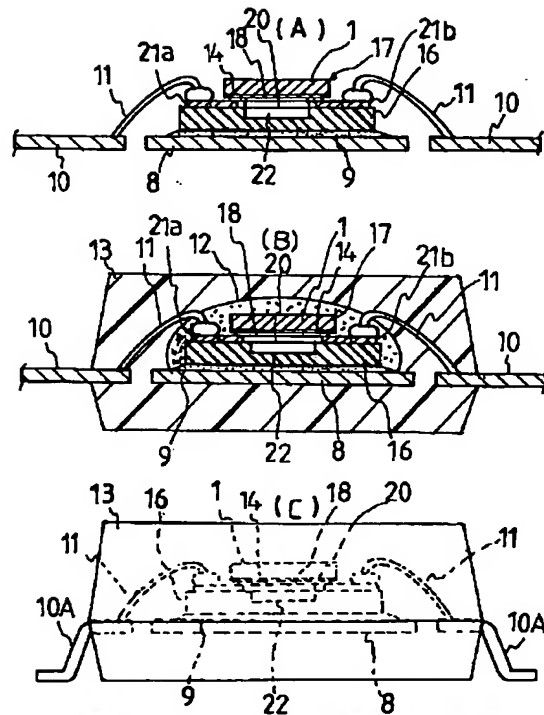


【図3】



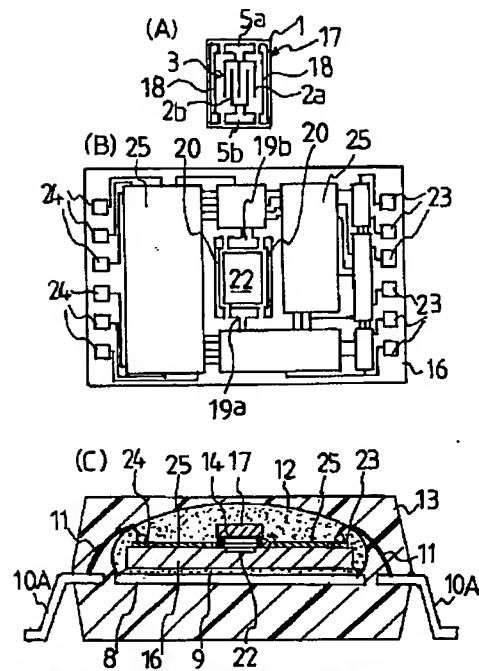
1: 圧電基板、2a、2b: 交差指電極、3: 励振部
 5a、5b、19a、19b: 引き出し電極、14: 金属膜
 16: 弾性表面波素子取付け基板、17: 弾性表面波素子
 18、20: 固定用パターン、21a、21b: ボンディングパッド
 22: 凹部

【図4】



1: 圧電基板、8: リードフレーム、9: 接着剤、10: 内部リード
 10A: リード端子、11: ボンディングワイヤ
 12: 弾性のある樹脂、13: 成形樹脂、14: 金属膜
 16: 弾性表面波素子取付け基板、17: 弾性表面波素子
 18、20: 固定用パターン、21a、21b: ボンディングパッド
 22: 凹部

【図5】



- 1: 圧電基板、2a、2b: 交差指電極、3: 励振部
 5a、5b、19a、19b: 引き出し電極、8: リードフレーム、9: 接着剤
 10A: リード端子、11: ボンディングワイヤ、12: 弾性のある樹脂
 13: 成形樹脂、14: 金属膜、16: 弾性表面波素子取付け基板
 17: 弾性表面波素子、18、20: 固定用パターン、22: 凹部
 23、24: ボンディングパッド、25: 集積回路

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)